不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊屠宰性能、组织和器官发育及血清生化指标的影响

陶　莲　冯文晓　王玉荣　毛建红　刁其玉*

（中国农业科学院饲料研究所，农业部饲料生物技术重点实验室，生物饲料开发国家工程研究中心，北京 100081）

摘　要：本试验探讨不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊屠宰性能、组织和器官发育及血清生化指标的影响。采用单因素试验设计，选取体重为（24.00±2.42） kg 的杜泊×小尾寒羊杂交 F_1 代公羔羊 80 只，随机分成 4 组，分别以干玉米秸秆（空白正对照组）、无添加剂的玉米秸秆青贮（Ⅰ组）、添加酶菌复合剂的青贮的玉米秸秆（Ⅱ组）、羊草（羊草对照组）为粗饲料，每组 5 个重复，每个重复 4 只羊。预试期 8 d，正试期 60 d。结果表明：1）Ⅰ组、Ⅱ组干物质采食量、宰前活重和胴体重均显著高于空白对照组（P<0.05），料重比显著低于空白对照组（P<0.05）;Ⅱ组屠宰率显著高于空白对照组（P<0.05），料重比显著低于Ⅰ组（P<0.05）;Ⅰ组、Ⅱ组和羊草对照组之间胴体重和屠宰率差异不显著(P>0.05)。2）除Ⅰ组、Ⅱ组和羊草对照组肝脏和瘤胃重量显著高于空白对照组（P<0.05）外，各组其他组织、器官重量及它们占宰前活重比例差异不显著（P>0.05)。3）各组血清生化指标差异不显著（P>0.05）。综上，玉米秸秆经过酶菌复合剂处理后改善了玉米秸秆青贮的饲用价值，与羊草具有相同的促进生长、组织和器官发育的作用。

关键词：酶菌复合剂；玉米秸秆；肉羊；屠宰性能；组织和器官发育；血清生化指标

中图分类号：S816；S826

秸秆细胞壁特殊的木质素-纤维素-半纤维素复合体结构，阻碍了秸秆细胞内营养物质的释放，限制了草食动物对半纤维素、纤维素等成分的利用[1]。目前秸秆预处理技术有物理处

收稿日期：2017-07-17

基金项目：国家肉羊产业技术体系（CARS-39）；公益性行业（农业）科研专项经费项目“秸秆饲料生物转化技术研究与示范”（20120304202）

作者简介：陶　莲（1984-），女，达斡尔族，内蒙古呼伦贝尔人，博士后，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: cautaolian@163.com

*通信作者：刁其玉，研究员，博士生导师，E-mail: diaoqiyu@caas.cn

理法、化学处理法及生物处理法3种[2]。其中，生物处理法因具有能耗低，污染小，操作简单等优点而备受青睐[3]。生物处理法中的青贮法可以提高玉米秸秆品质[4]，用玉米秸秆青贮饲喂公羔羊与干玉米秸秆相比，公羔羊平均日增重均显著提高[5]。而添加酶菌制剂可以进一步的提高玉米秸秆青贮的72 h瘤胃降解率[4]及羔羊的日增重[6-7]。目前有关生物处理玉米秸秆的研究多集中于对玉米秸秆发酵品质、营养成分的改善作用以及对与肉羊日增重及经济效益方面的影响，而对肉羊屠宰性能、器官发育及血清生化指标影响的相关研究较少。而屠宰性能是动物经济价值的直观表现，也直接反映出动物的生产性能，组织和器官重量在一定程度上反映了动物机体的机能状况，血清生化指标能够反映组织细胞的通透性和机体的新陈代谢、免疫机能等[8]，对于这些指标的测定有助于在生产实际方面进一步的了解生物处理对玉米秸秆品质的改善作用。本研究在确定了生物处理能够改善玉米秸秆青贮品质的基础上，用经过酶菌复合剂处理的玉米秸秆饲喂肉羊，测定肉羊屠宰性能、组织和器官发育以及血清生化指标的变化情况，进一步探讨生物处理玉米秸秆对羔羊生产性能、机能状况及健康状况的影响，旨在为玉米秸秆的高效利用提供基础数据，为理论研究及生产实践提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间和地点

本试验于 2015 年 11 月至 2016 年 1 月在河北省中宝农耕科技有限公司进行。

1.2 试验材料

玉米秸秆取自河北省保定市，品种为三北 21，用于制作青贮的原料于 2014 年 9 月 30 日蜡熟期摘穗后部分叶片仍然青绿时，立即刈割；用于制作风干玉米秸秆的原料于 2014 年 10 月 20 日彻底风干后刈割,粉碎至 2~3 cm 后，直接使用。羊草粉碎至 2~3 cm 后，直接使用。

酶菌复合剂购自北京中农兴饲料科技有限公司，产品有效成分为植物乳杆菌（$\geq 2.8\times10^9$ CFU/g）、布氏乳杆菌（$\geq 1.2\times10^9$ CFU/g）、纤维素酶（≥336 U/g）、木聚糖酶（≥2 080 U/g）、β-葡聚糖酶（≥1 920 U/g），粉末状，袋装。

1.3 青贮制作过程

将玉米秸秆使用揉丝机（RS-500A,保定市金土地生态工程有限公司）揉丝粉碎至 2~3 cm 后，喷洒酶菌复合剂，充分混匀，调至水分为 60%~70%后，将其装填进液压压块机（YY-500A,保定市金土地生态工程有限公司）中压块装袋，每袋 50 kg 青贮料，密封发酵 45 d 后开袋取

用。每吨玉米秸秆青贮中加入酶菌复合剂 50 g。无添加的玉米秸秆青贮直接调节水分后制作。

1.4 试验设计与试验饲粮

1.4.1 试验设计

选择 80 只体重为（24.00±2.42） kg 的杜泊×小尾寒羊杂交 F_1 代公羔羊为试验动物。采用单因素试验设计，将 80 只羊随机分成 4 组，分别以干玉米秸秆（空白正对照组）、无添加剂的玉米秸秆青贮（Ⅰ组）、添加酶菌复合剂的玉米秸秆青贮（Ⅱ组）、羊草（羊草对照组）为粗饲料，每组 5 个重复，每个重复 4 只羊。预试期 8 d，正试期 60 d。

1.4.2 试验饲粮

试验饲粮自行配制，预混料由北京精准动物营养研究中心提供。依据本团队提出的肉羊营养需要，配制精粗比为 50:50 试验饲粮，以全混合日粮（TMR）形式饲喂。试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (DM basis) %

项目 Items	组别 Groups			
	空白对照 BC	Ⅰ	Ⅱ	羊草对照 CC
原料 Ingredients				
干玉米秸秆 Dried corn straw	50.0			
无添加剂的玉米秸秆青贮 Corn straw silage without additive		50.0		
添加酶菌复合剂的玉米秸秆青贮 Corn straw silage with enzyme-bacteria preparation			50.0	
羊草 Chinese wildrye				50.0
玉米 Corn	23.0	23.0	23.0	25.0
豆粕 Soybean meal	13.5	13.5	13.5	11.5
麸皮 Bran	10.0	10.0	10.0	10.0
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.5	0.5	0.5	0.5
食盐 NaCl	0.5	0.5	0.5	0.5
石粉 Limestone	1.5	1.5	1.5	1.5
预混料 Premix	1.0	1.0	1.0	1.0
合计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels				
干物质 DM	50.40	49.80	50.94	51.45
总能 GE/(MJ/kg)	17.14	17.61	17.78	17.49
粗蛋白质 CP	11.47	11.88	11.09	12.33
粗脂肪 EE	3.69	3.72	3.70	3.89
中性洗涤纤维 NDF	58.95	57.95	57.74	58.54

酸性洗涤纤维 ADF	26.69	26.60	26.39	26.99
粗灰分 Ash	8.31	8.30	8.20	7.49
钙 Ca	0.61	0.59	0.60	0.64
总磷 TP	0.29	0.31	0.30	0.30

预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VA 15 000 IU，VD 5 000 IU，VE 50 IU，Cu 12 mg，Fe 64 mg，Mn 50 mg，Zn 100 mg，I 0.8 mg，Se 0.4 mg，Co 0.4 mg。

1.5 试验设计

1.5.1 饲养管理

试验羊预先打好耳号，进行防疫注射和驱虫处理。同时对圈舍进行定期消毒。试验期羊圈圈舍最高温度 10 ℃，最低-10 ℃。试验羊每日分别在 08:00 和 16:00 各饲喂 1 次，试验全期自由采食和饮水。保持精粗比恒定，饲喂量根据前 1 天羊只的采食量进行调整，确保饲槽内有 10%左右的剩料。每个重复单独圈舍饲养，每天准确称取并详细记录每圈投料量和剩料量。

1.5.2 测定指标及方法

1.5.2.1 饲粮营养水平、干物质采食量和料重比

饲粮营养水平测定参考文献[9]。每天准确称取并详细记录每圈投料量和剩料量，计算干物质采食量。正试期第 1 天和正试期结束后第 1 天测定空腹体重，计算料重比。

1.5.2.2 屠宰性能和器官指数

于正试期最后 1 天每处理选取健康、接近平均体重的 5 只试验羊，16:00 称重，禁食、禁水 16 h，次日 08:00 屠宰前再次称重，颈静脉放血屠宰。

屠宰前称取所有试验羊宰前活重。去头、蹄、内脏，剥皮后称出胴体重，头、蹄、皮+毛以及及肝脏、肾脏和肺脏的重量。消化道清除内容物并冲洗干净后，分别称取瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃、小肠、大肠重量，进行记录。

主要指标计算公式如下：

胴体重（kg）=宰前活重-头、蹄、皮、尾、生殖器官及皱胃脂肪、内脏（保留肾脏和周围脂肪）的重量；

屠宰率（%）=（胴体重/宰前活重）×100。

1.5.2.2 血清生化指标

饲养试验结束后，试验羊处死时从颈静脉取血液 10 mL/只，置于干净的促凝管内，倾斜静置 1~2 h，常温下制备血清。待血清析出后，离心 10 min（3 000 r/min）；然后吸取上清液，转移到离心管中，置于-20 ℃冰箱内以备血清生化指标测定。

血清尿素氮（urea nitrogen，UN）、葡萄糖（glucose，GLU）、总蛋白（total protein，TP）、白蛋白（albumin，ALB）、球蛋白（globulin，GLOB）、甘油三酯（triglycerides，TG）、胆固醇（cholesterol，CHO）、非酯化脂肪酸（non-esterified fatty acid，NEFA）含量由北京金海科隅生物科技发展有限公司使用科华 ZY KHB-1280 全自动生化分析仪进行测定，采用酶联免疫吸附测定法，试剂盒购自上海科华生物工程股份有限公司[10]。

1.6 数据处理分析

试验数据用 SPSS 19.0 的单因素方差分析（one-way ANOVA）程序进行分析，以 P<0.05 差异显著判断标准。

2 结 果

2.1 不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊干物质采食量及料重比的影响

由表 2 可知，Ⅰ组、Ⅱ组和羊草对照组干物质采食量显著高于空白对照组（P<0.05），Ⅱ组与羊草对照组之间差异不显著（P>0.05），Ⅱ组采食量有高于Ⅰ组的趋势，但是差异不显著（P>0.05）。Ⅰ组、Ⅱ组和羊草对照组料重比显著低于空白对照组（P<0.05）。这表明玉米秸秆添加酶菌复合剂青贮后在一定程度上改善了玉米秸秆的饲用价值，达到与羊草相同的增重效果。

表 2 不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊干物质采食量及料重比的影响

Table 2 Effects of corn straw silage ensilaged using different methods on DMI and F/G of mutton sheep

项目 Items	组别 Groups				SEM	P 值 P-value
	空白对照 BC	Ⅰ	Ⅱ	羊草对照 CC		
干物质采食量 DMI/(g/d)	858.63[c]	891.38[b]	973.28[ab]	1 034.83[a]	21.684	0.004
料重比 F/G	7.41[a]	6.69[b]	5.93[c]	6.10[bc]	0.311	<0.001

2.2 不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊屠宰性能的影响

由表 3 可知，Ⅰ组、Ⅱ组和羊草对照组宰前活重和胴体重均显著高于空白对照组（P<0.05），Ⅰ组、Ⅱ组、羊草对照组之间胴体重差异不显著(P>0.05)。Ⅰ组、Ⅱ组和羊草对照组间屠宰率差异不显著（P>0.05），但添加酶菌复合剂后进行青贮的Ⅱ组屠宰率显著高于空

白对照组（P＜0.05）。

表 3　不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊屠宰性能的影响

Table 3　Effects of corn straw silage ensilaged using different methods on slaughter performance of mutton sheep

项目 Items	组别 Groups				SEM	P 值 P-value
	空白对照 BC	I	II	羊草对照 CC		
宰前活重 LWBS/kg	30.72[c]	33.41[ab]	32.95[b]	35.33[a]	0.505	0.004
胴体重 Carcass weight/kg	12.70[b]	14.62[a]	14.82[a]	15.28[a]	0.267	<0.001
屠宰率 Dressing percentage/%	41.53[b]	43.76[ab]	44.97[a]	43.08[ab]	0.518	0.081

2.3　不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊组织和器官发育的影响

由表 4 可知，不同组羊的头、蹄、毛+皮、肾脏、肺脏的重量及其占宰前活重比例各组间差异不显著（P>0.05）。I 组、II 组和羊草对照组肝脏和瘤胃重量显著高于空白对照组（P＜0.05），但它们占宰前活重的比例各组间差异不显著（P>0.05）。网胃、瓣胃、皱胃、小肠和大肠的重量及它们占宰前活重的比例各组间无显著性差异（P>0.05）。

表 4　不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊组织和器官发育的影响

Table 4　Effects of corn straw silage ensilaged using different methods on tissue and organ development of mutton sheep

项目 Items		组别 Groups				SEM	*P* 值 *P*-value
		空白对照 BC	Ⅰ	Ⅱ	羊草对照 CC		
头 Head	重量 Weight/g	2 033.20	2 074.00	2 203.00	2 228.75	45.181	0.528
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	6.61	6.22	6.69	6.43	0.152	0.570
蹄 Feet	重量 Weight/g	705.00	801.00	725.00	822.00	18.731	0.196
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	2.29	2.39	2.20	2.27	0.055	0.675
皮+毛 Skin+wool	重量 Weight/g	3 680.00	3 620.00	3 229.00	3 625.00	118.363	0.546
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	11.98	10.81	9.82	10.53	0.399	0.134
肺脏 Lung	重量 Weight/g	559.00	660.00	675.00	685.00	19.555	0.136
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	1.82	1.97	2.06	1.90	0.052	0.282
肾脏 Kidney	重量 Weight/g	80.00	95.00	92.50	96.00	3.189	0.363
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	0.26	0.29	0.28	0.27	0.010	0.534
肝脏 Liver	重量 Weight/g	427.00[b]	517.50[a]	502.50[a]	527.40[a]	12.111	0.001
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	1.39	1.56	1.53	1.46	0.035	0.356
瘤胃 Rumen	重量 Weight/g	610.00[b]	733.75[a]	692.50[a]	724.00[a]	16.687	0.012
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	1.98	2.20	2.11	2.18	0.041	0.340
网胃 Reticulum	重量 Weight/g	101.00	103.75	110.00	101.00	3.358	0.843
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	0.33	0.31	0.34	0.31	0.012	0.779
瓣胃 Omasum	重量 Weight/g	76.00	126.25	77.50	80.0	7.950	0.085
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	0.25	0.37	0.24	0.24	0.022	0.078
皱胃 Abomasum	重量 Weight/g	183.00	190.00	235.00	218.00	11.005	0.334
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	0.59	0.57	0.71	0.65	0.034	0.577
小肠 Small intestine	重量 Weight/g	473.00	693.50	697.50	656	40.739	0.320
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	1.55	2.09	2.12	1.985	0.120	0.419

项目 Items		组别 Groups				SEM	*P* 值 *P*-value
		空白对照 BC	Ⅰ	Ⅱ	羊草对照 CC		
大肠 Large intestine	重量 Weight/g	461.00	463.75	493.75	568.80	22.305	0.207
	占宰前活重比例 Percentage of LWBS/%	1.50	1.37	1.51	1.71	0.056	0.497

2.4　不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊血清生化指标的影响

由表 5 可知，4 组的血清总蛋白、白蛋白、胆固醇、甘油三酯、尿素氮、葡萄糖、非酯化脂肪酸含量差异均不显著（*P*>0.05）。

表 5　不同方法青贮的玉米秸秆对肉羊血清生化指标的影响

Table 5　Effects of corn straw silage ensilaged using different methods on serum biochemical indices of mutton sheep

项目 Items	组别 Groups				SEM	*P* 值 *P*-value
	空白对照 BC	I	II	羊草对照 CC		
总蛋白 TP/(g/L)	72.44	65.16	66.85	67.69	1.246	0.197
白蛋白 ALB/(g/L)	30.18	31.40	32.64	31.01	0.443	0.351
胆固醇 CHO/(mmol/L)	1.43[a]	1.14[b]	1.20[ab]	1.26[ab]	0.048	0.157
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.19	0.21	0.20	0.23	0.009	0.573
尿素氮 UN/(mmol/L)	5.55	5.22	6.08	6.00	0.240	0.593
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	3.78	3.90	4.11	4.77	0.211	0.364
非酯化脂肪酸 FAA/(μ	0.44	0.42	0.42	0.41	0.011	0.741

3　讨　论

3.1　青贮对玉米秸秆饲喂效果的改善作用

有研究表明，玉米秸秆经过青贮处理后，能保持青绿饲料的青鲜状态，具有明显的酸甜芳香气味，与玉米秸秆相比，玉米秸秆青贮中的粗蛋白质保存量的提高了 3.3%～16.4%，粗纤维含量降低了 5%~15%[11-12]。本课题组在饲养试验前，验证了青贮对玉米秸秆品质的改善作用，发现青贮确实能够在一定程度上改善玉米秸秆的营养品质，并且提高肉羊的生产性能[13]。刘波等[5]以公羔 80 头为研究对象，发现无穗玉米秸秆青贮组平均日增重为 171.64 g，与干玉米秸秆对照组的 109.18 g 相比，提高了 57.21%，且差异显著。云鹏等[14]选取体况相近、生长发育正常的健康小尾寒羊繁殖母羊进行试验，结果表明不带穗玉米秸秆青贮组羔羊成活率比对照组提高了 4.8%，出生至 3 月龄断奶平均日增重提高了 25.3 g。

本试验中，玉米秸秆不添加任何添加剂直接青贮后饲喂肉羊，干物质采食量、宰前活重、胴体重、肝脏重和瘤胃重均显著高于空白对照组，料重比显著低于空白对照组，但肝脏重量和瘤胃重量占宰前活重的比例差异不显著。这说明青贮发酵作用能够改善肉羊的采食、饲料转化率和屠宰性能，对瘤胃及肝脏的生长发育具有促进作用，同时，肉羊组织和器官的生长速度与机体整体生长速度同步。其原因可能是玉米秸秆经过青贮后，能够改善玉米秸秆适口性、营养品质[15]，从而增加了肉羊摄入的饲料量，提高营养物质的沉积量及反刍动物瘤胃

对秸秆营养物质的降解率[4]。

3.2 酶菌复合剂结合青贮对玉米秸秆饲喂效果的改善作用

玉米秸秆中非结构碳水化合物含量相对较低，可供发酵菌利用的底物有限。本试验中所用到的酶菌复合剂的有效成分为植物乳杆菌、布氏乳杆菌、纤维素酶、β-葡聚糖酶和木聚糖酶。3种酶分别作用于纤维素、半纤维素、木质素，可以最大程度的将玉米秸秆木质纤维素组分分解，为发酵提供充足的底物。植物乳杆菌通过增加乳酸的生成量以及乳酸/乙酸，使玉米秸秆青贮迅速达到稳定状态，从而降低营养物质的消耗，提高营养品质。布氏乳杆菌具有提高青贮饲料的有氧稳定性的作用。本课题组在饲养试验前开展了酶、菌及酶菌复合剂对玉米秸秆青贮品质影响的试验，发现本试验所用酶菌复合剂能够显著降低pH、氨态氮含量，增加乳酸含量，另外显著提高了玉米秸秆青贮饲料的72 h瘤胃降解率[13]。

韩颖洁[16]通过饲喂添加了不同比例微生物的秸秆青贮，发现与饲喂传统秸秆青贮相比，添加 75%的微生物秸秆青贮提高了育成小尾寒羊的屠宰率和净肉率。冯文晓等[8]发现采用添加酶菌复合剂的水稻秸秆青贮饲喂羔羊后，羔羊胴体重和屠宰率显著高于饲喂干玉米秸秆的羔羊，与饲喂无添加剂的水稻秸秆青贮的羔羊相比差异不显著。

本试验中，添加酶菌复合剂的玉米秸秆青贮饲喂肉羊，干物质采食量、宰前活重、胴体重、屠宰率均显著高于空白对照组，料重比显著低于空白对照组；与饲喂无添加剂的玉米秸秆青贮的羔羊相比，宰前活重和胴体重变化不显著，但是干物质采食量、屠宰率有提高趋势，料重比则显著提高。此结果说明添加酶菌复合剂后玉米秸秆青贮与干玉米秸秆相比能够有效地提高秸秆的利用率。而添加酶菌复合剂后青贮与无添加剂的直接青贮相比能够进一步的改善玉米秸秆的利用率。其原因可能是酶制剂和菌制剂的复合作用改善了玉米秸秆的品质[4,17]。本试验发现添加酶菌复合剂的玉米秸秆青贮和无添加剂的玉米秸秆与干玉米秸秆相比，均能提高瘤胃及肝脏重量，且添加酶菌复合剂与否对这 2 个指标影响不显著。这说明玉米秸秆经酶菌复合剂处理对瘤胃及肝脏的生长发育具有促进作用，原因可能是玉米秸秆经过处理后增加了动物对秸秆的消化速率或者消化程度，从而刺激了瘤胃肌肉的发育[18]。此研究结果与冯文晓等[8]采用水稻秸秆饲喂羔羊的研究结果相一致。而玉米秸秆经过酶菌复合剂处理后饲喂肉羊，肉羊血清中的总蛋白、白蛋白和球蛋白含量在正常范围内变化，说明经过酶菌复合剂处理的玉米秸秆并没有对蛋白质、氨基酸、脂肪及葡萄糖代谢产生不良的影响。此

结果与国春艳[19]对后备奶牛的研究、李燕[20]对山羊的研究以及冯文晓等[18]对肉羊的研究结果相一致。

3.3 酶菌复合剂处理玉米秸秆饲喂效果与羊草饲喂效果相比较

么学博等[21]选用 3 头装有瘤胃瘘管和十二指肠瘘管的肉牛，采用尼龙袋法研究反刍动物常用饲料粗蛋白质和氨基酸瘤胃降解参数和小肠表观消化率，结果表明羊草的粗蛋白质和总氨基酸瘤胃降解率高于酒糟蛋白质和黄玉米，粗蛋白质的小肠表观消化率高于苜蓿。王法明等[22]测定了黑龙江省不同地区羊草和玉米秸秆的饲用价值，发现羊草的粗蛋白质含量为 5.49%~6.45%，总能为 17.85~19.05 MJ/kg，代谢能为 6.34~7.29 MJ/kg，玉米秸秆粗蛋白含量为 4.77~4.93%，总能为 16.56~17.61 MJ/kg，代谢能为 5.98~6.49 MJ/kg。由此可知，羊草在反刍家畜中的具有较好的饲喂价值，且其饲喂价值高于玉米秸秆。

本试验中饲喂无添加剂的玉米秸秆青贮以及添加酶菌复合剂的玉米秸秆青贮的肉羊干物质采食量、料重比、屠宰性能、器官发育及血清生化指标与饲喂羊草的肉羊相比差异均不显著。这说明酶菌复合剂处理玉米秸秆后能够达到与羊草相似的效果，与冯文晓等[8,18]的结果一致。

4 结 论

玉米秸秆经过酶菌复合剂处理后显著改善了饲用价值，可以提高肉羊屠宰性能，育肥效果与羊草相似。

参考文献：

[1] 彭春艳,罗怀良,孔静.中国作物秸秆资源量估算与利用状况研究进展[J].中国农业资源与区划,2014,35(3):14–20.

[2] 刁其玉.农作物秸秆养羊手册[M].北京:化学工业出版社,2013.

[3] 王凯.谢小来.王长平.秸秆加工处理技术的研究进展[J].中国畜牧兽医,2011,38(10):19–22.

[4] 陶莲,冯文晓,王玉荣,等.微生态制剂对玉米秸秆青贮发酵品质、营养成分及瘤胃降解率的影响[J].草业学报,2016,25(9):152–160.

[5] 刘波,李存彬,吴军.青贮玉米饲喂肉羊对比试验[J].中国畜牧兽医文摘,2016,32(3):225–226.

[6] 靳月生,罗桂河,张贵云.肉羊饲喂秸秆生物饲料效果好[J].中国畜禽种业,2010,6(5):65–66.

[7] 李春佑,袁涛,刘严华.生物青贮剂制作玉米秸秆饲喂陶寒 F_1 羊增重效果[J].中国草食动物科学,2014,34(1):77–78,68.

[8] 冯文晓,陈国顺,陶莲,等.不同生物处理水稻秸秆对肉用绵羊生长性能、屠宰性能及器官发育的影响[J].动物营养学报,2017，29(4):1392-1400.

[9] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].3 版.北京:中国农业大学出版社,2007:49–151.

[10] 冯文晓,陶莲,陈国顺,等.菌酶处理水稻秸秆对肉用绵羊营养物质表观消化率与血清生化指标的影响[J].中国饲料,2017(11):9–14.

[11] XUE F,ZHOU Z M,REN L P,et al.Influence of rumen-protected lysine supplementation on growth performance and plasma amino acid concentrations in growing cattle offered the maize stalk silage/maize grain-based diet[J].Animal Feed Science and Technology,2011,169(1/2):61–67.

[12] WANG R J,SUN Y S,ZHANG S T,et al.Two-step pretreatment of corn stalk silage for increasing sugars production and decreasing the amount of catalyst[J].Bioresource Technology,2012,120:290–294.

[13] 陶莲.生物制剂对玉米秸秆青贮品质的改善作用及其机理探索[R]//中国农业科学院博士后出站研究报告.北京：中国农业科学院,2017.

[14] 云鹏,路永强,姚光,等.青贮型全混日粮饲喂繁殖母羊试验研究[J].中国草食动物科学,2004(S1):138–139.

[15] 陶莲,刁其玉.青贮发酵对玉米秸秆品质及菌群构成的影响[J].动物营养学报,2016,28(1):198–207.

[16] 韩颖洁.微生物发酵秸秆对肉羊生产性能和营养物质表观消化率的影响[D].硕士学位论文.保定:河北农业大学,2015.

[17] SCHMIDT R J,KUNG L Jr.The effects of *Lactobacillus buchneri* with or without a homolactic bacterium on the fermentation and aerobic stability of corn silages made at different locations[J].Journal of Dairy Science,2010,93(4):1616–1624.

[18] 冯文晓,陶莲,王玉荣,等.菌制剂和酶制剂处理小麦秸秆对肉用绵羊生长性能和屠宰性能的影响[J].中国畜牧兽医,2017,44(6):1666–1672.

[19] 国春艳.木聚糖酶和纤维素酶对后备奶牛生长代谢、瘤胃发酵及微生物区系的影响[D].博士学位论文.北京:中国农业科学院,2010.

[20] 李燕.外源酶对山羊甲烷排放及饲料利用率影响的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2013.

[21] 么学博,杨红建,谢春元,等.反刍家畜常用饲料蛋白质和氨基酸瘤胃降解特性和小肠消化率评定研究[J].动物营养学报,2007,19(3):225–231.

[22] 王法明,张爱忠,姜宁,等.黑龙江省反刍动物常用粗饲料分级指数及饲料相对值的测定与比较研究[J].营养饲料,2014,50(17):33–39.

Effects of Corn Straw Silage Ensilaged Using Different Methods on Slaughter Performance, Tissue and Organ Development and Serum Biochemical Indices of Mutton Sheep

TAO Lian FENG Wenxiao WANG Yurong MAO Jianhong DIAO Qiyu*

(*Key Laboratory of Feed Biotechnology of the Ministry of Agriculture*，*National Engineering Research Center of Biological Feed*，*Feed Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing* 100081, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of effects of corn straw silage ensilaged using different methods on slaughter performance, tissue and organ development and serum biochemical indices of mutton sheep. Eighty Dorper×small-tailed *Han* crossbred F_1 male lambs with initial body weight of (24.00±2.42) kg were randomly divided into four groups with five replicates in each group and four lambs per replicate. Lambs in different groups were fed dried corn straw（blank control group, BC group）, corn straw silage without additive (group Ⅰ), corn straw silage with enzyme-bacteria preparation (group Ⅱ) and Chinese wildrye (Chinese wildrye control group, CC group) as roughage, respectively. The experiment consisted of an 8-day of pre-trial period and a 60-day trial period. The results showed as follows: 1) dry matter intake, live weight before slaughter (LWBS), carcass weight of group Ⅰ and group Ⅱ were significantly higher than those of BC group (P<0.05), and feed/gain was significantly lower than that of BC group (P<0.05); dressing percentage of group Ⅱ was significantly higher than that of BC

*Corresponding author, professor, E-mail: diaoqiyu@caas.cn (责任编辑 王智航)

group (P<0.05), feed/gain was significantly lower than that of group Ⅰ (P<0.05); no significant differences were found in carcass weight and dressing percentage among group Ⅰ, group Ⅱ and CC group. 2) Except liver and rumen weight of group Ⅰ, group Ⅱ and CC group were significantly higher than those of BC group (P<0.05), no significant differences were found in other tissue and organ weight, as well as their percentage of LWBS (P>0.05). 3) No significant differences were found in serum biochemical indices among groups (P>0.05). In conclusion, feeding value of corn straw silage was improved after enzyme-bacteria preparation treatment, which has the same effects in promoting growth, tissue and organ development of mutton sheep compared with Chinese wildrye.

Key words: enzyme-bacteria preparation; corn straw; mutton sheep; slaughter performance; tissue and organ development; serum biochemical indice